

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00507

研究課題名(和文) コンピュータ自動プレイ実験による大将棋類の質的類似度の評価

研究課題名(英文) The evaluation of the qualitative similarity of Dai-Shogi variants by using computer self-play experiment

研究代表者

佐々木 宣介 (Sasaki, Nobusuke)

県立広島大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：20326424

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本申請は、コンピュータプログラムによる自動プレイにより大量のゲームのデータを採取するという手法で、将棋の変種、特に「中将棋」、「大将棋」と呼ばれる変種のように大きな盤でプレイされる変種(大将棋類)において、各種ルールがゲームの性質にどのような影響を与えているか評価を行うものである。

大将棋においても中将棋と同様に、獅子の強力な機能をもたらす特殊ルールがゲームの性質に一定の影響を与えていることが確かめられた。また、この特殊ルールは、獅子がより攻撃的な動きをする方向に影響していることが示唆される結果であった。

研究成果の概要(英文)：In this study, I evaluate the impact of the special rules of Dai-Shogi (Big Shogi) variants through a self-play experiment. There are Dai-Shogi variants that are played with a big size board and numerous pieces. The "Chu-Shogi" and "Dai-Shogi" are such variants, and there are some characteristic rules in Dai-Shogi variants that are not exist in modern Shogi.

From the experiment, special Shishi's rule has much impact to game quality of Dai-Shogi variants. And, the piece Shishi moves more offensively under the special Shishi rule. These results are common to Dai-Shogi and Chu-shogi.

研究分野：ゲーム情報学

キーワード：大将棋 中将棋 大将棋類 自動プレイ 獅子ルール

1. 研究開始当初の背景

将棋とその変種は世界中に存在するが、多くのプレイヤーを擁して生き残っているのは、世界三大将棋と呼ばれるチェス(西洋将棋)、象棋(中国将棋)、将棋のみである。また、日本には現代将棋につながる小さな盤の将棋と、大きな盤と多数の駒を使用するタイプの将棋が存在したが、大きな盤の将棋は現在では、「中将棋」と呼ばれる変種が、わずかの人のによってプレイされるのみで、ほぼ姿を消している。前述の世界三大将棋はそれぞれ独自のルールであるにもかかわらず、ある局面で選択可能な手数を表す平均合法手(B)とゲームが終了するまでの手数を表す平均終了手数(D)を用いて計算される、 $\sqrt{B/D}$ がプロ棋士のようなエキスパートレベルのプレイヤーのゲームの平均値において、ほぼ同じ数値であることを見いだしたのが本テーマの発端である。[1]

$\sqrt{B/D}$ という指標自体の意義は、あくまで仮説の段階であるが、(1)D、Bなどのゲームのデータにより、近縁のゲーム間の質的類似度の分類、比較を行なう、(2)既にプレイヤーの存在しない歴史的変種でも、計算機による自動プレイで大量のゲームを行ってデータを採取すること、を提案し、実験・評価を行ってきた。また、機械学習の手法のひとつである Temporal Difference 学習法 (TD 学習法) を併用して駒の損得程度の評価は行うプログラムを作成し、ランダムプレイの結果よりもデータの信頼性を向上させる工夫を行ってきた。この手法により、古代の将棋である「平安将棋」と現代将棋のルールの違いについて、自動プレイにより、前述の D、B の他、引き分け頻度、対局進行度による形勢逆転頻度のデータなどを採取し、比較を行った。その結果は、平安将棋と現代将棋の大きなルールの相違点である「大駒ルール」と「持駒ルール」では、単独では持駒ルールがゲームの性質に与える影響が大きく、大駒ルールは、持駒ルールと組み合わせられることにより大きな影響を与えていると推測できるものであった。

続いて、同様の実験を大きな盤の将棋である中将棋についても行い、そのルールの特徴の評価を行った。中将棋には3つの大きな特徴がある。(a)大きな盤と多数の駒が存在する、(b)「獅子」という駒に現代将棋にはない特殊なルールがある、(c)「酔象」という駒が成った「太子」はもう1枚の玉の働きをする、という3つである。その中で、中将棋の基本的性質を決めると考えられる(a)に対し、(b)による一定の影響があること、(b)の中でも、獅子の強力な機能である「一手で2つの駒を捕獲可能である」というルールは影響が大きい一方、「獅子の取り合いを制限するルール」については大きな影響が見られなかったことがわかった。さらに(c)による影響は小さいことが示唆される結果が得られた。[2], [3]

しかし、本申請の研究開始時点では、次の

点が課題として残っていた。(1)機械学習による駒価値の学習結果にまだ不安定な部分があり、さらなる信頼性の向上が求められること、(2)実験を行ったのは中将棋のみで、他の大将棋類についての実験評価までは行っていないこと、といった点である。

2. 研究の目的

本申請は、コンピュータプログラムによる自動プレイ実験により大量のデータを採取するという手法を用いて将棋の変種、特に中将棋、大将棋と呼ばれる変種のように大きな盤でプレイされる変種において、これらのゲームに存在する特徴的なルールがゲームの性質にどのような影響を与えているか評価を行うものである。

本申請では、中将棋の他の大将棋類についても計算機実験を行い、中将棋における解析結果との比較を行うことを目的とする。さらには適用している機械学習の手法改善により、中将棋に対してこれまで行ってきた実験データの信頼性を上げることも目的とした。

3. 研究の方法

本申請で主な研究対象とした「大将棋」は、15×15の盤面でプレイされる変種で、29種類、130枚の駒が使用される。(中将棋は盤面サイズが12×12で、21種類、92枚の駒を使用)

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
一	香	桂	石	鐵	銅	銀	金	玉	金	銀	銅	鐵	石	桂	香	
二	反	猫	猛	盲	醉	盲	獅	鳳	獅	盲	醉	盲	猛	猫	反	
三		牛	猪	狼	麒麟	狼	猪	牛	猪	狼	麒麟	猪	牛			
四	飛	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	飛
五	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	
六																
七																
八																
九																
一〇					仲				仲							
一一	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	
一二	飛	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	馬	龍	角	飛
一三		牛	猪	狼	麒麟	狼	猪	牛	猪	狼	麒麟	猪	牛			
一四	反	猫	猛	盲	醉	盲	獅	鳳	獅	盲	醉	盲	猛	猫	反	
一五	香	桂	石	鐵	銅	銀	金	玉	金	銀	銅	鐵	石	桂	香	

図1 大将棋の初期配置

前述のように、中将棋、大将棋などの大将棋類と現代将棋のルールの大きな違いとしては、(a)大きな盤と多数の駒が存在する、(b)獅子という駒の特殊なルールがある、(c)太子ルール、といった点があげられる。これらのルールの詳細は[2]等にまとめているため、簡単に説明する。(b)の獅子に関するルールとしては、単に2マスの範囲で移動できるだけでなく、1手で2枚の駒を捕獲しつつ移動できること、さらには「居食い」、「じっと」と呼ばれる現代将棋にはない動きを可能とする

ルールがある。これらのルールにより、獅子は駒が近接した状況では、非常に強い駒として機能する。また、獅子同士の取り合いを抑制する「獅子の足」、「先獅子」と呼ばれるルールなどがある。(c)の「太子」という駒のルールは、「酔象」という駒が成った「太子」は、もう1枚の玉となる。すなわち、太子が出現した場合には、ゲーム終了のためには、もともとある玉と太子の両方を捕獲する必要がある。

これらの特殊ルールに着目して、各ルールを全く持たない変種から、これらの変種を全て持つルール(本来の中将棋、大将棋)まで、さまざまに変更した変種を用意して、各変種について多数の自動プレイを行うことにより、ゲームのデータを採取する。

以下のような種類の変種を用いた。

- 変種(1): 獅子に関する特殊な機能はなく、獅子は2マス以内の範囲を移動できるのみ。また、太子ルールもないもの
- 変種(2): 獅子が2つの駒を1手で取ることができるルール、居食い、じっとと呼ばれるルールを追加したもの
- 変種(3): 変種(2)に獅子の足ルールを追加したもの
- 変種(4): 変種(2)に先獅子ルールを追加したもの
- 変種(5): 変種(3)に先獅子ルールを追加したもの
- 変種(6)~(10): 変種(1)から(5)にそれぞれ太子ルールを追加したもの。変種(10)がそれぞれ正規の中将棋、大将棋と同等のルールとなる

計算機実験は、同一のアルゴリズムで動作するコンピュータプログラムを用いて多数回(数千回)対戦させることによって、平均合法手数、平均終了手数といったゲームのデータを採取した。また、棋譜の分析等も行い、各ルールによる影響についても推測を行っている。中将棋については、先行研究で既に一定の分析を実施しているが、本申請の研究において実施した大将棋の実験結果と比較するため、ゲーム打ち切りの手数などの実験条件を大将棋における実験と同一条件とした実験を改めて行って、ゲームのデータを採取し、あらためて分析を行った

コンピュータプログラムは詰め探索能力および駒の損得のみを評価する先読み探索を行う。駒価値は、中将棋については先行研究で実施した学習で得られた値、大将棋については駒の能力を考慮して、手動で設定した値を用いている。本申請の当初計画では、信頼性の高いデータを採取する目的で機械学習の手法の改善をはかり、より強い思考アルゴリズムを持ったプログラムにおける自動プレイ実験を実施することを計画していた。しかし、使用駒数が多い大将棋類では実験に多くの時間を要することなどから、これまで実施していたTD学習法やそのほかの教師な

し学習についても、まだ十分な成果を上げるに至らなかった。そのため、大将棋類の各種解析を実施することを優先し、駒価値の設定を手動で行う実験によりデータの採取を行うこととした。

4. 研究成果

計算機実験によって得られたデータについて報告する。(データの詳細は引用文献[4](5-1 主な発表論文等の雑誌発表論文の(1)と同一)に掲載。本報告の図2, 3および表1のデータも同論文内より引用)

全体的な傾向であるが、中将棋の各変種では、B(平均合法手数)が60~80程度、D(平均終了手数)が一番大きい変種で420程度になっていることに対し、大将棋では、Bが90~105程度、Dが最大の変種で770程度という結果であった。大将棋の方が盤のサイズが大きく、使用駒数も多いことから、ゲーム終了まで長くかかることがわかる。

次に、獅子や太子の特殊ルールの有無を様々に設定した各変種間のデータの違いについては、大将棋においても、先行研究で実施した中将棋に対する実験で得られた結果と同様の傾向を示すことが分かった。すなわち、獅子の強力な機能の有無がゲームのデータに一定の影響を与えていることが示唆される結果となった。また、獅子の強力な機能が攻め駒として有効に機能する傾向も中将棋と同様の傾向であることが確認できた。

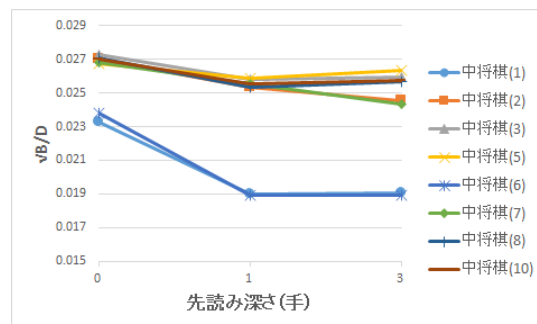


図2 中将棋とその変種の $\sqrt{B/D}$ ([4]より)

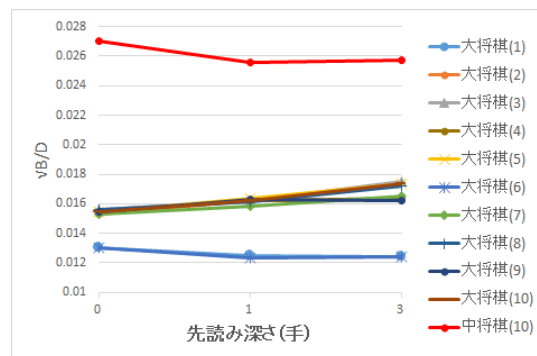


図3 大将棋との変種の $\sqrt{B/D}$ ([4]より)

図2, 3に、中将棋、大将棋のそれぞれについて得られた各変種のゲームのデータより、 $\sqrt{B/D}$ についての結果を示す。明らかに

変種(1)および変種(6)と、それ以外の変種の間には、データに乖離があり、獅子の特殊ルールの有無がゲームの性質に一定の影響を与えていることが示唆される。一方、それ以外の変種（獅子の取り合い抑制、太子ルールの有無）には、大きな違いがないことが分かる。これは中将棋、大将棋共通の傾向である。

棋譜の詳細な分析としては、終局時の獅子の位置などの分析を行った。表1にゲームの最後まで獅子が捕獲されずに残る割合、その中で相手の敵陣に存在している割合を示す。

表 1 終局時の獅子の位置 ([4]より)

変種	終局時に獅子が存在している割合	獅子が敵陣にいる割合
中将棋(1)	5.5	46.9
中将棋(2)	13.0	67.9
中将棋(3)	23.3	69.5
中将棋(5)	31.7	71.5
中将棋(6)	5.3	50.2
中将棋(7)	13.2	68.0
中将棋(8)	22.2	71.7
中将棋(10)	31.3	70.6
大将棋(1)	6.9	44.4
大将棋(2)	27.7	69.8
大将棋(3)	39.6	71.1
大将棋(4)	29.6	71.3
大将棋(5)	39.6	71.6
大将棋(6)	7.6	41.9
大将棋(7)	29.5	69.0
大将棋(8)	39.3	71.6
大将棋(9)	28.7	70.8
大将棋(10)	39.4	71.6

ここでも、(1)および(6)以外の変種、獅子の強力な機能が有効となっている変種において、獅子がゲーム終了時まで捕獲されずに残っていること、さらに、敵陣にいる割合が高くなる傾向があった。このことから、獅子の強力な機能は攻撃側としても、防御側としても有効に働くが、より攻撃側に有効に働いていると考えることができる。

これまでの評価の範囲では、大将棋と中将棋では、獅子の特殊ルール等の影響は同様の傾向を示している。このことは、大将棋ならではの特別な特徴がみられないということも可能である。大将棋と中将棋の違いとしては、平均合法手数 B、平均終了手数 D がともに中将棋よりも大将棋の方がその値が大きいことが挙げられる。これらの特徴はプレイに要する時間が多く必要になることを意味し、プレイヤーがゲームを楽しむ上ではマイナスに働く可能性が高いと考えられる。中将棋が生き残った原因のひとつと考えることが可能であろう。

以上が大将棋における分析で得られた成果の概要である。そのほかの大将棋類についても同様の実験を進めており、一定の分析が

進んだ時点で成果発表を行う予定である。

ただ、前述のように、ここまでの大将棋における計算機実験では、機械学習によるプログラムの強化は行わず、駒価値のみを手動で設定した思考アルゴリズムを用いて計算機実験を実施している。本申請の計画では、機械学習の手法の改善をはかったうえでデータを採取していく予定であったが、本申請の期間内では、機械学習手法の改善に想定よりも時間がかかり、大将棋等における実験の実施を優先して計算機実験を行った。

現代将棋のプログラムにおいては、機械学習を実用的に利用するようになった当初はプロ棋士のような非常に強い人間プレイヤーの指し手の記録を使った教師あり学習により強いプログラムを作成していた。しかし、現在では教師なし学習においても、様々に有効な手法が報告されるようになってきている。そのため、これらの現代将棋で成果を上げていく手法を本研究の大将棋類に適用することを目指してシステムの開発と実験を進めている。

<引用文献>

- [1] 佐々木宣介, 他, チェスライクゲームにおける普遍的指標, 情報処理学会研究報告, Vol.99, No.53, pp.91-98, 1999.
- [2] 佐々木宣介, 中将棋における特殊ルールの影響の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.11, pp.2552-2559, 2012.
- [3] N. Sasaki, The Evaluation of Chu-Shogi's Special Rules by Using a Computer Self-play Experiment, Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2015), Okayama, pp. 91-96, 2015.
- [4] 佐々木宣介, 大将棋における特殊ルールの評価, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.11, pp.2436-2444, 2016.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- (1) 佐々木宣介, 大将棋における特殊ルールの評価, 情報処理学会論文誌, 査読あり, Vol. 57, No. 11, pp. 2436-2444, 2016.

[学会発表] (計 1 件)

- (1) 佐々木宣介, 大将棋のルール評価の研究, ゲームプログラミングワークショップ 2015 論文集, pp. 119-125, 2015.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 宣介 (SASAKI, Nobusuke)

県立広島大学・経営情報学部・准教授

研究者番号: 20326424